

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE —  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>F21V 8/00</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/27382</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. Juni 1998 (25.06.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE97/02307</b> (22) Internationales Anmeldedatum: 9. Oktober 1997 (09.10.97) (30) Prioritätsdaten: 196 52 209.9 16. Dezember 1996 (16.12.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WAGNER, Arndt [DE/DE]; St. Lorenz Weg 7, D-71229 Leonberg (DE). HAAS, Gunther [DE/DE]; St. Lorenz Weg 9, D-71229 Leonberg (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.	

(54) Title: LIGHTENING UNIT

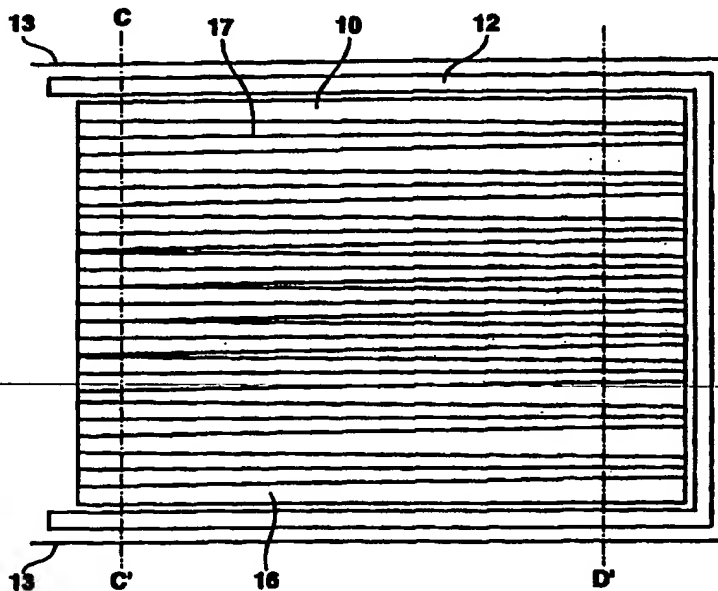
(54) Bezeichnung: BELEUCHTUNGSEINHEIT

(57) Abstract

Disclosed is a lighting unit producing a homogeneous surface light, comprising a cold cathode plug-in tube (12) mounted on a narrow side (11) of a waveguide plate (10). The light produced by the lighting unit is radiated by one of the two large surfaces of the waveguide plate (10). In order to deflect the light from a narrow side (11) to a large surface, prisms (17) are provided also on one of the large surfaces. Said prisms (17) are irregularly arranged in order for the light beam to be homogeneous. The homogenization of the beam of light is particularly important when using an L-shaped or U-shaped plug-in tube (12) illuminating several narrow sides (11) of the waveguide plate.

(57) Zusammenfassung

Es wird eine Beleuchtungseinheit zur flächigen und homogenen Ausleuchtung offenbart, welche eine Kaltkathodenfluoreszenzlampe (12) aufweist, die auf einer Schmalseite (11) einer Wellenleiterplatte (10) montiert ist. Das von der Beleuchtungseinheit abgestrahlte Licht wird aus einer der beiden großen Flächen der Wellenleiterplatte (10) abgestrahlt. Zur Umlenkung des Lichts von einer Schmalseite (11) zur einer großen Fläche dienen Prismen (17), welche ebenfalls auf einer großen Fläche angebracht sind. Zur Homogenisierung des abgestrahlten Lichts werden die Prismen (17) in unregelmäßiger Weise angeordnet. Die Homogenisierung ist insbesondere dann von Vorteil, wenn als Lampe (12) eine L- oder U-förmige Lampe verwendet wird, welche mehrere Schmalseiten (11) der Wellenleiterplatte beleuchtet.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

10

Beleuchtungseinheit

15 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Beleuchtungseinheit nach der Gattung des unabhängigen Anspruchs.

20 Aus der US-Patentschrift US 5,390,276 ist schon eine Beleuchtungseinheit bekannt. Kernstück dieser Beleuchtungseinheit ist ein aus transparentem Material (beispielsweise Plexiglas) hergestellter Lichtleiter, der grob die Form einer quaderförmigen Platte besitzt. Eine der  
25 Stirnflächen wird als Lichteintrittsfläche benutzt, die übrigen Stirnflächen sind so behandelt, beispielsweise durch Verspiegelung, daß kein Licht aus ihnen aus dem Lichtleiter austreten kann. Eine der beiden großen Deckflächen ist als Lichtaustrittsfläche ausgebildet, auf der anderen großen  
30 Deckfläche sind kleine Prismen aufgebracht. Die Prismen weisen alle die gleiche Querschnittsform und Querschnittsfläche auf und verlaufen alle parallel zur Lichteintrittsfläche. In unmittelbarer Nachbarschaft der Lichteintrittsfläche befindet sich die Lampe. Als Lampe wird  
35 eine Kaltkathodenfluoreszenzlampe verwendet, die die Form einer länglichen Röhre aufweist. Die Lampe ist derart vor der Lichteintrittsöffnung angeordnet, daß ein möglichst

großer Prozentsatz der von der Lampe erzeugten  
Lichtstrahlung in den Wellenleiter eingekoppelt wird.  
Zusätzlich ist auf der dem Wellenleiter abgewandten Seite  
der Lampe ein Reflektor vorgesehen, welcher das nicht direkt  
5 in den Wellenleiter eingestrahlte Licht ebenfalls dem  
Wellenleiter zuführt.

Durch die auf der Unterseite des Wellenleiters angeordneten  
Prismen ergibt sich eine besonders effiziente Auskopplung  
10 des Lichts, welches sich im Wellenleiter befindet, dadurch,  
daß das Licht von den auf der einen Deckfläche angebrachten  
Prismen zur gegenüberliegenden Deckfläche reflektiert wird,  
aus welcher es dann austreten kann. Allerdings gilt es bei  
dieser Anordnung zu berücksichtigen, daß die  
15 Auskopplungseffizienz im ganzen Wellenleiter gleich ist.  
Wird also die stabförmige Lampe beispielsweise durch eine L-  
förmige oder U-förmige Röhre ersetzt, und werden somit  
mehrere Stirnflächen als Lichteintrittsflächen benutzt, so  
ergibt sich eine inhomogene Verteilung der Lichtintensität  
20 im Wellenleiter. Bedingt durch die gleichmäßige  
Auskopplungseffizienz ergibt sich somit auch eine inhomogene  
Beleuchtung. Andererseits jedoch ist die Verwendung von L-  
oder U-förmigen Röhren erstrebenswert, da diese besonders  
effizient sind.

#### 25 Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinheit mit den  
kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche hat

30 demgegenüber den Vorteil, daß sie Licht hoher Intensität  
liefern kann, welches gleichzeitig über eine extrem homogene  
Intensitätsverteilung verfügt. Dies ist beispielsweise beim  
Einbau in Flüssigkristallanzeigen für Kraftfahrzeuge von  
Vorteil.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Beleuchtungseinheit möglich. So ist es besonders vorteilhaft, die Prismen mit derselben Querschnittsform zu versehen, da somit die Lichtintensität an allen Punkten die gleiche Abhängigkeit vom Blickwinkel aufweist.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein erstes Beleuchtungselement, Figur 2 ein zweites Beleuchtungselement, Figur 3 ein drittes Beleuchtungselement, Figur 4 ein viertes Beleuchtungselement und Figur 5 einen Spiegel für ein Beleuchtungselement.

#### Beschreibung

Figur 1.1 zeigt ein erstes Beleuchtungselement. Das Beleuchtungselement weist eine Wellenleiterplatte 10 auf, welche als etwa quaderförmige Platte aus Plexiglas ausgebildet ist. Es sind jedoch auch andere Materialien für die Wellenleiterplatte vorstellbar und vorgesehen, sofern sie die erforderliche hohe Transparenz aufweisen. Die Wellenleiterplatte 10 ist an drei ihrer Schmalseiten von einer U-förmigen Lichtquelle 12 umgeben. Die Lichtquelle wiederum wird von einem ebenfalls U-förmigen Reflektor 13 umfaßt. Die Wellenleiterplatte 10 weist auf ihrer Unterseite 16, welche in der hier gewählten Darstellung sichtbar sein soll, Prismen 17 auf. Die Prismen 17 verfügen alle über die gleiche Querschnittsform und gleiche Querschnittsabmessungen. Alle Prismen seien linear (das heißt die Firstlinien der Prismen sind Geraden). Die Anordnung der Prismen ist etwa sternförmig, wobei der Sternmittelpunkt auf der Mittelsenkrechten durch den

mittleren Teil der U-förmigen Lichtquelle 12 liegt, weit außerhalb der Abmessungen der Wellenleiterplatte 10.

Ein erster Querschnitt durch die Figur 1.1 gezeigte Beleuchtungseinheit entlang der Schnittlinie AA', welche ebenfalls in Figur 1.1 gezeigt ist, ist in Figur 1.2 dargestellt, wobei gleiche Bestandteile mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet wurden.

In Figur 1.3 ist ein weiterer Querschnitt durch die in Figur 1.1 dargestellte Beleuchtungseinheit wiedergegeben, in diesem Falle entlang der zweiten Schnittlinie BB'. Wiederum kennzeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Bestandteile.

Licht, welches von der Lichtquelle 12 ausgesandt wird, bewegt sich etwa parallel zur Lichtaustrittsfläche 14 in der Wellenleiterplatte 10. Trifft dieses Licht auf die Lichtaustrittsfläche, so wird es total reflektiert, tritt es auf der gegenüberliegenden Schmalseite aus, so wird es vom Reflektor 13 zurückreflektiert. Trifft dieses Licht jedoch auf eines der Prismen 17, so wird es abgelenkt und trifft somit unter einem Winkel auf die Lichtaustrittsfläche 14, welcher kleiner ist als der kritische Winkel für die Totalreflexion. Somit ist die Wahrscheinlichkeit für einen Lichtstrahl, ein Prisma 17 zu treffen, gleichfalls ein Maß für die Effizienz des Auskoppelns von Licht aus der Wellenleiterplatte 10. Die inhomogene Lichtintensitätsverteilung in der Wellenleiterplatte 10, bedingt durch die U-förmige Ausgestaltung der Lichtquelle

12, wird im hier gezeigten Ausführungsbeispiel dadurch kompensiert, daß die Auskopplungseffizienz in den Teilen der Wellenleiterplatte größer ist, wo die Lichtintensität kleiner ist.

Für die Erfindung soll es hierbei unwesentlich sein, daß die Prismen linear sind. Insbesondere ist es auch

vorstellbar und vorgesehen, daß die Firstlinien der Prismen in etwa den Gradienten der Lichtintensität in der Wellenleiterplatte folgen. Ebenso ist es vorstellbar und vorgesehen, daß die Prismen keine dreieckige

5 Querschnittsform aufweisen. Insbesondere ist eine doppeltparabolische Querschnittsform vorteilhaft, da sie eine Kollimation des ausgekoppelten Lichts ermöglicht. Weitere Abwandlungsmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinheit sind dadurch gegeben, daß die  
10 Inhomogenität der Beleuchtung nicht vollständig ausgeglichen wird, durch eine über die Abmessungen der Wellenleiter variierende Auskopplungseffizienz. Dies ist insbesondere dann erstrebenswert, wenn die Beleuchtungseinheit zur Beleuchtung einer Flüssigkristallanzeige benutzt wird, und  
15 die Flüssigkeitskristallanzeige nicht überall gleichermaßen lichtstark sein soll.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in den Figuren 2.1 bis 2.3 gezeigt. Figur 2.1 zeigt die Aufsicht auf eine  
20 Beleuchtungseinheit. Wiederum weist die Beleuchtungseinheit eine in etwa quaderförmige Wellenleiterplatte aus einem transparentem Material, beispielsweise Plexiglas, auf. Wie in Figur 1.1 ist die Wellenleiterplatte 10 an drei ihrer Stirnseiten von einer Lichtquelle 12 umgeben, hinter welcher  
25 sich ein Reflektor 13 befindet. Die in Figur 2.1 sichtbare Unterseite 16 der Wellenleiterplatte 10 ist mit linearen Prismen 17 versehen, welche alle entlang der Längsachse (also parallel zu den beiden Schenkeln der U-förmigen Lichtquelle 12) angeordnet sind. Die Prismen 17 sind lineare

30 Prismen, und weisen sowohl untereinander als auch längs ihrer Längsachse überall die gleiche Querschnittsform auf. Die Querschnittsfläche der Prismen variiert jedoch, sowohl zwischen den einzelnen Prismen als auch innerhalb eines Prismas entlang der Längsachse. Die Querschnittsfläche ist  
35 in der Mitte derjenigen Stirnfläche der Wellenleiterplatte 10, welche nicht mit einer Lichtquelle versehen ist, am

größten und nimmt von dort aus in alle Richtungen  
kontinuierlich ab.

Dies wird auch in den beiden Querschnittszeichnungen in  
5 Figur 2.2 und Figur 2.3 illustriert.

Figur 2.2 zeigt eine Schnittzeichnung, durch die in Figur  
2.1 dargestellte Beleuchtungseinheit entlang der ebenfalls  
in Figur 2.1 dargestellten Schnittlinie C'C, wobei gleiche  
10 Bestandteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen wurden.

In Figur 2.3 ist ein weiterer Schnitt durch die in Figur 2.1  
dargestellte Beleuchtungseinheit gezeigt, in diesem Falle  
entlang der Schnittlinien DD', welche ebenfalls in Figur 2.1  
15 wiedergegeben ist.

Zur Funktionsbeschreibung der in Figur 2.1 dargestellten  
Beleuchtungseinheit wird auf die Beschreibung der in Figur  
1.1 dargestellten Beleuchtungseinheit verwiesen. Wiederum  
20 wird das von der Beleuchtungseinheit abgestrahlte Licht  
dadurch homogenisiert, daß die Auskopplungseffizienz aus der  
Wellenleiterplatte 10 dort am größten ist, wo die  
Lichtintensität am kleinsten ist. In der in Figur 2.1  
gezeigten Beleuchtungseinheit wird jedoch die  
25 Auskopplungseffizienz nicht durch die Zahl der Prismen  
sondern durch die Abmessungen der Prismen bestimmt, wobei  
die Effizienz der Auskopplung mit größerer  
Querschnittsfläche der Prismen steigt. Hierbei ist jedoch zu  
berücksichtigen, daß die Auskopplungseffizienz in einen  
30 Sättigungsbereich eintritt, wenn sich benachbarte Prismen  
überschneiden.

Es ist vorteilhaft, wenn die Anordnung der Prismen  
wenigstens die gleichen Symmetrieelemente aufweist wie die  
35 Lampe, der Reflektor und die Wellenleiterplatte ohne  
Prismen. In diesem Fall läßt sich mit relativ geringem



Aufwand ein hoher Grad an Homogenität des ausgestrahlten Lichts erreichen. Es ist jedoch auch möglich eine asymmetrische Prismenanordnung, insbesondere bezüglich der Längsachse der Beleuchtungseinheit, zu wählen. In diesem Fall ist auch die Intensitätsverteilung des von der Beleuchtungseinheit ausgestrahlten Lichts nicht vollständig homogen. Es ist möglich und vorgesehen, auf diese Weise gezielt Inhomogenitäten zu erzeugen, welche die von der Lichtquelle 12 erzeugten Inhomogenitäten ersetzt. Ebenso ist es aber auch möglich und vorgesehen, durch eine geeignete Wahl der Querschnittsflächen die asymmetrische Verteilung der Prismen so auszugleichen, daß die Beleuchtungseinheit wiederum homogenes Licht ausstrahlt.

Weiterhin ist es möglich und vorgesehen, die Prismen 17 als Prismen auszubilden, deren Firstlinien gebogen sind.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in den Figuren 3.1 bis 3.3 gezeigt. Figur 3.1 zeigt die Aufsicht auf eine Beleuchtungseinheit. Wiederum weist die Beleuchtungseinheit eine in etwa quaderförmige Wellenleiterplatte 10 aus einem transparentem Material, beispielsweise Plexiglas, auf. Wie in Figur 1.1 ist die Wellenleiterplatte 10 an drei ihrer Stirnseiten von einer Lichtquelle 12 umgeben, hinter welcher sich ein Reflektor 13 befindet. Im Unterschied zu den vorhergehenden Figuren umfaßt die Lichtquelle 12 eine lange und zwei kurze Seiten der Wellenleiterplatte 10. Die in Figur 3.1 sichtbare Unterseite 16 der Wellenleiterplatte 10 ist mit Prismen 17 versehen, deren Firstlinien V-förmig

sind, wobei die Spiegelachsen der Prismen deckungsgleich zu der Längsachse (also parallel zu den beiden Schenkeln der U-förmigen Lichtquelle 12) der Lichtquelle 12 angeordnet sind. Die Prismen 17 weisen sowohl untereinander als auch längs ihrer Längsachse (mit Ausnahme des Knickbereichs, in welchem die Querschnittsform komplexer ist) überall die gleiche Querschnittsform und Querschnittsfläche auf.

Der Abstand zwischen den Prismen ist in dem Bereich der Wellenleiterplatte 10, der am weitesten von der Lichtquelle 12 entfernt ist, kleiner.

5

Dies wird auch in den beiden Querschnittszeichnungen in Figur 3.2 und Figur 3.3 illustriert.

10

Figur 3.2 zeigt eine Schnittzeichnung, durch die in Figur 3.1 dargestellte Beleuchtungseinheit entlang der ebenfalls in Figur 3.1 dargestellten Schnittlinie HH', wobei gleiche Bestandteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen wurden.

15

In Figur 3.3 ist ein weiterer Schnitt durch die in Figur 3.1 dargestellte Beleuchtungseinheit gezeigt, in diesem Falle entlang der Schnittlinien II', welche ebenfalls in Figur 3.1 wiedergegeben ist.

20

Zur Funktionsbeschreibung der in Figur 3.1 dargestellten Beleuchtungseinheit wird auf die Beschreibung der in Figur 1.1 dargestellten Beleuchtungseinheit verwiesen. Wiederum wird das von der Beleuchtungseinheit abgestrahlte Licht dadurch homogenisiert, daß die Auskopplungseffizienz aus der Wellenleiterplatte 10 dort am größten ist, wo die

25

Lichtintensität am kleinsten ist. Wie schon in dem in Figur 1.1 gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Auskopplungseffizienz durch Verringerung der Abstände zwischen den Prismen erhöht. Im Gegensatz zu dem in Figur 1.1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind hier die Firstlinien

30

der Prismen etwa senkrecht zu dem Gradienten (entlang den sogenannten Äquiintensitätslinien) der Lichtintensität in der Wellenleiterplatte 10 angeordnet, wobei die Auskopplungseffizienten entlang dem Gradienten durch Erhöhung der Prismendichte erhöht wird.

35

Es ist, in Abwandlung des Ausführungsbeispiels in Figur 3.1, vorstellbar und vorgesehen, die Firstlinien der Prismen gebogen vorzesehen, um eine engere Führung der Prismen entlang der Äquiintensitätslinien zu erreichen.

5

In Figur 4.1 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinheit in Aufsicht auf die Lichtaustrittsfläche 14 gezeigt. Die Beleuchtungseinheit weist wiederum eine in etwa quaderförmige Wellenleiterplatte 10 auf, welche aus transparentem Material gefertigt ist. Die Prismen 17 sind in dieser Darstellung nicht zu sehen, da sie sich auf der Unterseite befinden. Die Wellenleiterplatte 10 ist wiederum an drei Seiten von einer U-förmigen Lichtquelle 12 umgeben, welche wiederum von einem Reflektor 13 umgeben ist. An der Stirnseite der Wellenleiterplatte 10, welche nicht mit einer Lichtquelle 12 versehen ist, ist eine reflektierende Schicht 15 aufgebracht. Die in Figur 4.1 dargestellte Beleuchtungseinheit ist im folgenden in vier verschiedenen Schnitten dargestellt.

10

15

20

Figur 4.2 zeigt einen ersten Schnitt durch die in Figur 4.1 dargestellte Beleuchtungseinheit entlang der Schnittlinie EE', welche am nächsten an der reflektierenden Schicht 15 liegt.

25

Figur 4.3 zeigt einen Schnitt durch die in Figur 4.1 dargestellte Beleuchtungseinheit entlang der Schnittlinie FF', welche parallel zur Schnittlinie EE' verläuft und etwa in der Mitte der Wellenleiterplatte 10 angeordnet ist.

30

Figur 4.4 zeigt einen Schnitt entlang der Schnittlinie GG', welche ebenfalls parallel zur Schnittlinie EE' ist, jedoch nahe zum Rand der Wellenleiterplatte 10, beim Scheitel der U-förmigen Lichtquelle 12, verläuft.

35

In Figur 4.5 schließlich ist ein Schnitt entlang der Schnittlinie HH' dargestellt, wobei die Schnittlinie HH' mit der Längsachse der Beleuchtungseinheit zusammenfällt.

5 In allen Figuren ist eine Wellenleiterplatte 10 zu sehen, welche an ihren Stirnflächen mit einer Beleuchtungseinheit 12, welche teilweise von einem Reflektor 13 umgeben ist, versehen ist. Die nach oben zeigende Lichtaustrittsfläche 14 ist planar, wohingegen die Unterseite 16 der  
10 Wellenleiterplatte 10 nach innen gewölbt ist, so daß sich in den Figuren 4.2 bis 4.4 ein konkaver Querschnitt ergibt. Auf der Unterseite 16 der Wellenleiterplatte 10 sind Prismen 17 angeordnet, welche alle gleiche Querschnittsfläche und gleiche Querschnittsform aufweisen, und parallel zur  
15 Schnittlinie EE' verlaufen, also senkrecht zur Längsachse der Beleuchtungseinheit.

Die Wölbung der Wellenleiterplatte 10 ist so gewählt, daß die Wellenleiterplatte dort dünner ist, so die  
20 Lichtintensität etwas geringer ist. Somit wird das Licht in den Bereichen geringerer Lichtintensität gewissermaßen auf die Prismen 17 geführt, was wiederum zu einer erhöhten Auskopplungseffizienz führt.

25 Abwandlungsmöglichkeiten des in Figur 4.1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind möglich und vorgesehen. So ist es beispielsweise vorgesehen, die Wellenleiterplatte 10 so auszubilden, daß die Wölbung auf der Lichtaustrittsfläche 14 aufgebracht ist und die Prismen auf Unterseite 16. Hierdurch  
30 ergibt sich eine einfacherer Herstellbarkeit der Wellenleiterplatte 10.

Ebenso ist es vorgesehen, die Prismen 17 auf der Wellenleiterplatte 10 um etwa 90 Grad zu verdrehen, so daß  
35 ihre Firstlinien in etwa senkrecht zur Längsachse der Beleuchtungseinheit 12 verlaufen.

Durch Anbringen eines Spiegels unterhalb der Unterseite der Wellenleiterplatte 10 ist es möglich, mehr Licht von Lichtquelle zur Lichtaustrittsfläche zu richten. Figur 5 zeigt einen Spiegel 18, wie er zur Montage unter der Wellenleiterplatte 10 vorgesehen ist. Weiterhin ist in Figur 5 eine Lichtquelle 12 gestrichelt dargestellt, um die Einbaulage des Spiegels relativ zur Wellenleiterplatte und Lichtquelle zu verdeutlichen. Der Spiegel ist an einigen Punkten mit Schwärzungen versehen, welche die Reflektanz des Spiegels an diesem Punkt herabsetzen. Somit wird ebenfalls eine Verringerung der Auskopplungseffizienz erreicht. Werden die Schwärzungen an denjenigen Stellen angebracht, wo die Lichtintensität in der Wellenleiterplatte 10 besonders groß ist, erreicht mit der Schwärzung 19 eine Homogenisierung des ausgestrahlten Lichts.

Der Begriff Schwärzung in der oben verwandten Weise soll nicht nur das Aufbringen von schwarzer Farbe bezeichnen. Vielmehr bedeutet Schwärzung in diesem Zusammenhang eine Oberflächenbehandlung in geeigneter Weise, um die Reflektanz in den Punkten zu verringern. Dies kann beispielsweise durch Ätzen der Spiegeloberfläche, entfernen der Metallisierungsschicht des Spiegels, Aufbringen einer zusätzlichen Schicht, welche entweder absorbierend oder streuend oder als Antireflexionsschicht wirkt, erfolgen.

Weitere Abwandlungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich durch Kombination der verschiedenen Ausführungsbeispiele. So

ist es beispielsweise möglich und vorgesehen, eine doppeltparabolische Querschnittsform der Prismen auch in den in Figur 2.1 bis 4.5 gezeigten Ausführungsbeispielen zu verwenden, da sie eine Kollimation des ausgekoppelten Lichts ermöglicht. Ebenso kann auch eine gekrümmte Firstlinie benutzt werden, welche eine genauer einstellbare Homogenisierung des Lichts erlaubt.

Zur Verbesserung der Auskopplungseffizienz ist es vorgesehen, die Prismen zusätzlich mit einer Spiegelschicht zu versehen. Ebenso ist es möglich und vorgesehen, die Dachwinkel der Prismen so zu wählen, daß die Auskopplung unter der besonder effizienten Totalreflexion erfolgt. In diesem Fall ist es jedoch notwendig, das durch die Lichtaustrittsfläche austretende Licht parallel zur Flächennormalen auszurichten. Dies kann in einfacher Weise durch eine zusätzliche Folie, welche nach der Beleuchtungseinheit folgt, erfolgen.

Weiterhin ist es möglich und vorgesehen, eine L- oder O-förmige Lampe zu verwenden, oder auch Prismen auf der Lichtaustrittsfläche anzubringen.

Die Prismen auf der Lichtaustrittsfläche können mehrere Funktionen erfüllen. Einerseits setzen sie bei geeigneter Wahl der Materialien und der Dachwinkel die Reflexion an der Lichtaustrittsfläche zurück in die Wellenleiterplatte herab und erhöhen somit die Effizienz der Auskopplung. Andererseits wird durch Lichtbrechung an den Seitenflächen der Prismen bewirkt, daß das Licht in einem gewünschten Ausmaß parallel gerichtet wird.

In bevorzugter Weise sind die Prismen auf der Lichtaustrittsfläche so angeordnet, daß ihre Firstlinien in etwa senkrecht auf den Firstlinien der auf der Unterseite angeordneten Prismen stehen. Ebenso ist es vorteilhaft und

vorgesehen, daß auch die Prismen auf der Lichtaustrittsfläche mit variablem Querschnitt oder variabler Dichte in Analogie zu den auf der Unterseite angeordneten Prismen vorgesehen werden.

5

10

## Ansprüche

15

20

25

1. Beleuchtungseinheit zur flächigen homogenen Ausleuchtung, mit einer Wellenleiterplatte (10), die wenigstens zwei Deckflächen (14,16) und mindestens eine Schmalseite (11) aufweist, wobei an der wenigstens einen Schmalseite (11) eine Lichtquelle (12), insbesondere eine Kaltkathodenfluoreszenzlampe, so angebracht ist, daß das Licht überwiegend in die Wellenleiterplatte (10) optisch einkoppelt, wobei die Wellenleiterplatte (10) auf mindestens einer Deckfläche (16, 14) mit Prismen (17) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine größere Anzahl von Prismen pro Fläche und/oder größere Abmessungen der Prismen in den Bereichen der Wellenleiterplatte (10) vorgesehen sind, in denen die Intensität des Lichts geringer ist.

30

2. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismen (17) Längsachsen aufweisen und daß jedes Prisma entlang der Längsachse eine gleichbleibende Querschnittsform aufweist.

35

3. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle Prismen (17) die gleiche Querschnittsform aufweisen.

4. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismen eine dreieckige Querschnittsform aufweisen, und daß alle Winkel des Dreiecks einen festgelegten Wert annehmen.

5

5. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenlinien des Dreiecks gekrümmt, insbesondere parabolisch gekrümmt, sind.

10

6. Beleuchtungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächen der Prismen (17) mit einer spiegelnden Schicht versehen sind.

15

7. Beleuchtungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismen (17) Längsachsen aufweisen und daß die Längsachsen bereichsweise etwa parallel zur Richtung des Gradienten der Intensität des Lichts angeordnet sind.

20

8. Beleuchtungseinheit nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismen (17) Längsachsen aufweisen und daß die Längsachsen bereichsweise etwa senkrecht zur Richtung des Gradienten der Intensität des Lichts angeordnet sind.

25

9. Beleuchtungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismen (17) Längsachsen aufweisen und daß die Längsachsen bereichsweise ~~in etwa parallel angeordnet sind, und daß die Tiefe und/oder~~

30

~~Breite der Prismen größer ist in den Bereichen der Wellenleiterplatte, in denen die Intensität des Lichts geringer ist.~~

35

10. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsachsen der Prismen (17) etwa



parallel zu einer Symmetrieachse der Beleuchtungseinheit ausgerichtet sind.

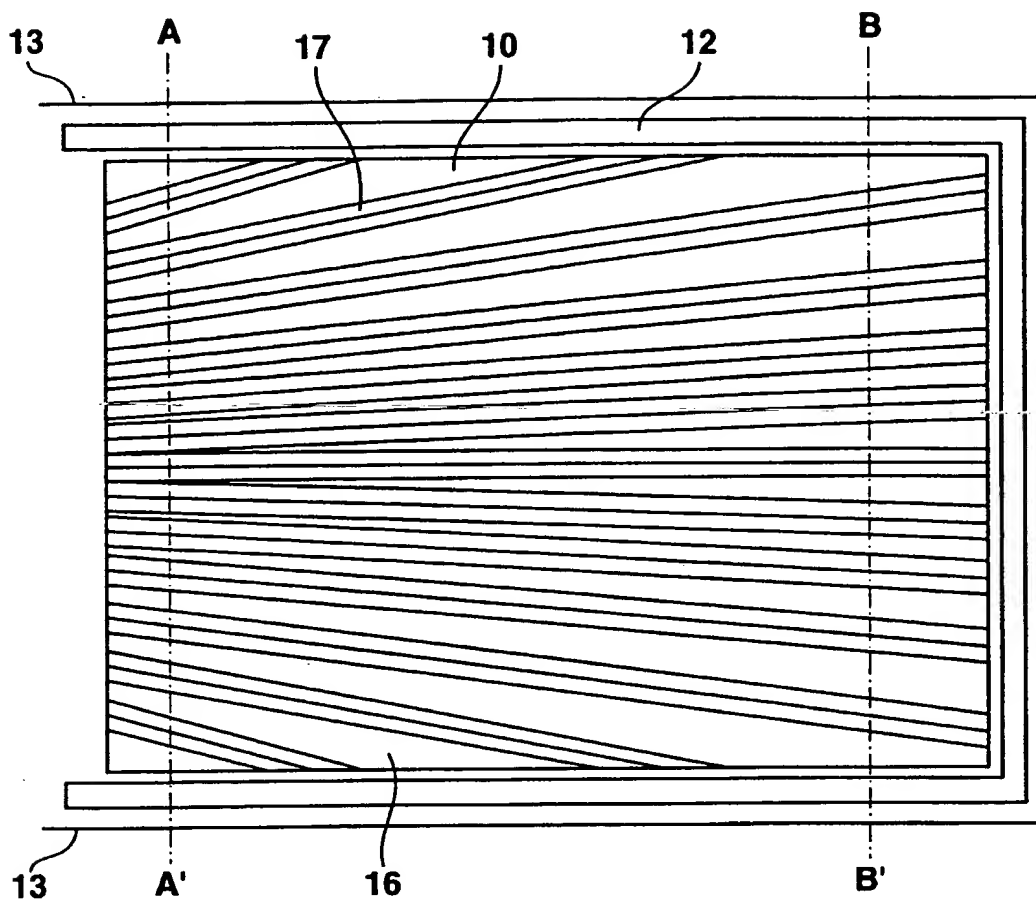
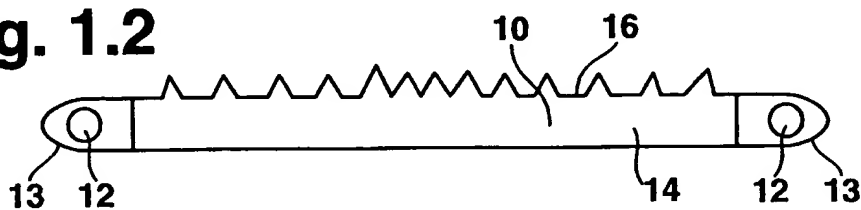
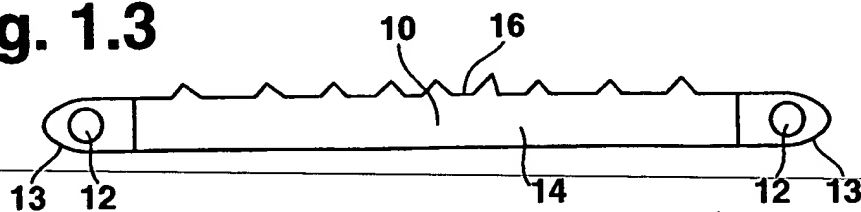
11. Beleuchtungseinheit zur flächigen homogenen  
Ausleuchtung, mit einer Wellenleiterplatte (10), die  
wenigstens zwei Deckflächen (14,16) und mindestens eine  
Schmalseite (11) aufweist, wobei an der wenigstens einen  
Schmalseite (11) eine Lichtquelle (12), insbesondere eine  
Kaltkathodenfluoreszenzlampe, so angebracht ist, daß das  
Licht überwiegend in die Wellenleiterplatte (10) optisch  
einkoppelt, wobei die Wellenleiterplatte (10) auf mindestens  
einer Deckfläche (16, 14) mit Prismen (17) versehen ist,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine geringere Dicke der  
Wellenleiterplatte (10) in den Bereichen der  
Wellenleiterplatte (10) vorgesehen ist, in denen die  
Intensität des Lichts geringer ist.

12. Beleuchtungseinheit zur flächigen homogenen  
Ausleuchtung, mit einer Wellenleiterplatte (10), die  
wenigstens zwei Deckflächen (14,16) und mindestens eine  
Schmalseite (11) aufweist, wobei an der wenigstens einen  
Schmalseite (11) eine Lichtquelle (12), insbesondere eine  
Kaltkathodenfluoreszenzlampe, so angebracht ist, daß das  
Licht überwiegend in die Wellenleiterplatte (10) optisch  
einkoppelt, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Fläche der  
Wellenleiterplatte (10) ein Spiegel (18) vorgesehen ist und  
daß der Spiegel (18) dort eine geringere Reflektanz  
aufweist, wo er sich unter Bereichen der Wellenleiterplatte  
(10) befindet, in denen die Intensität des Lichts geringer  
ist.

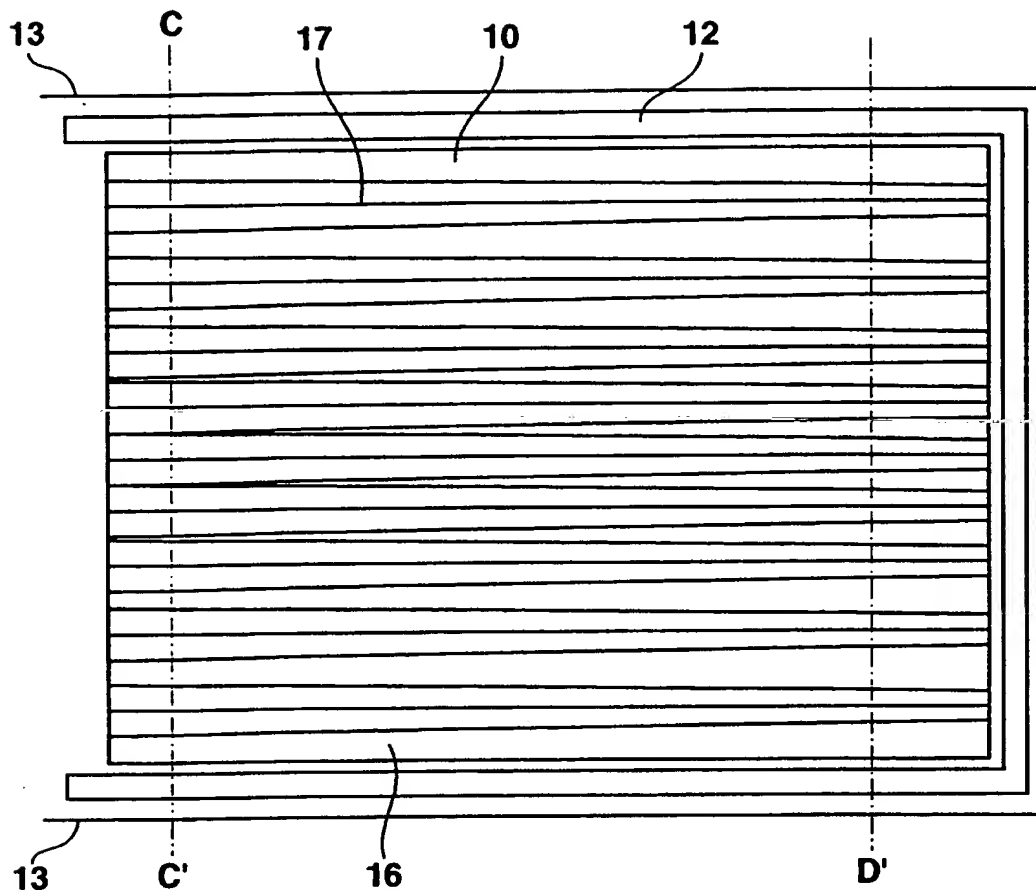
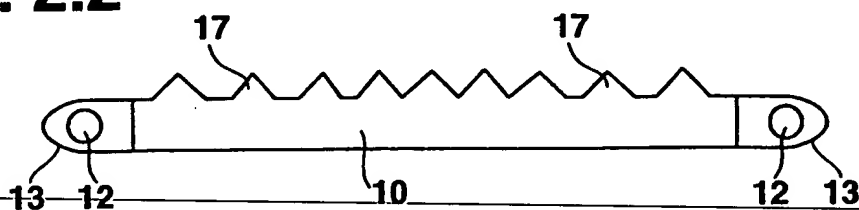
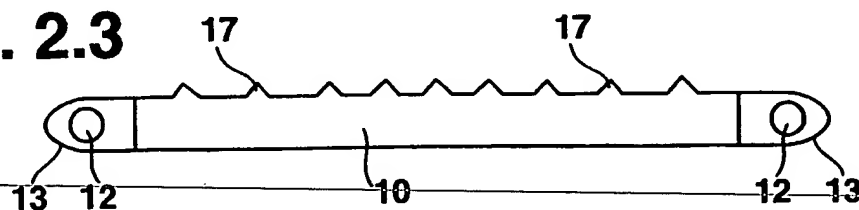
13. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 12, dadurch  
gekennzeichnet, daß auf dem Spiegel (18) Punkte verringerter  
Reflektanz vorgesehen sind, die von Zonen hoher Reflektanz  
umgeben sind, und daß weniger Punkte dort vorgesehen sind,  
wo der Spiegel (18) sich unter Bereichen der

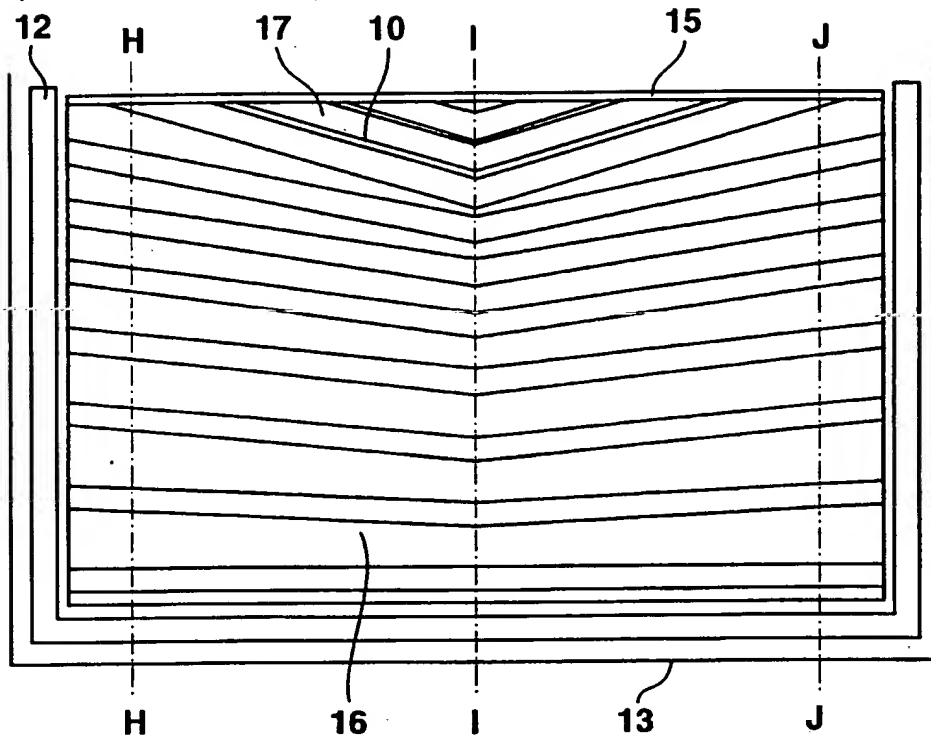
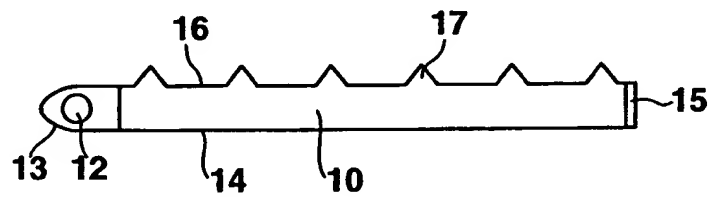
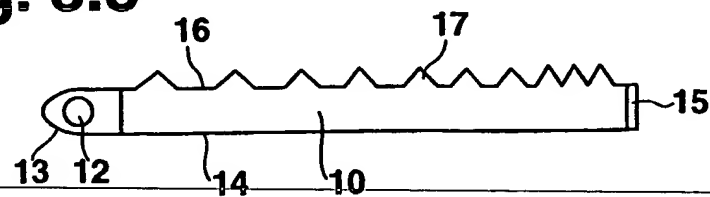
Wellenleiterplatte (10) befindet, in denen die Intensität  
des Lichts geringer ist.

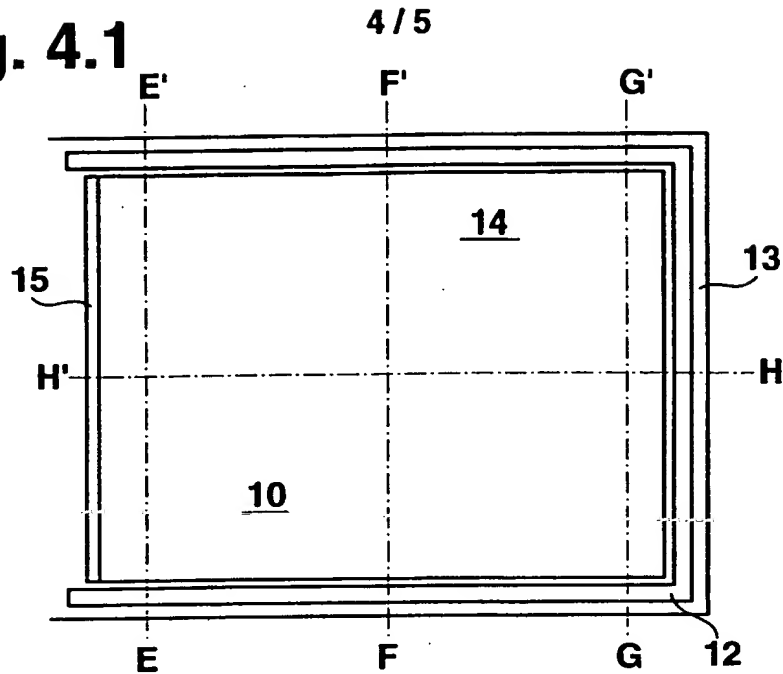
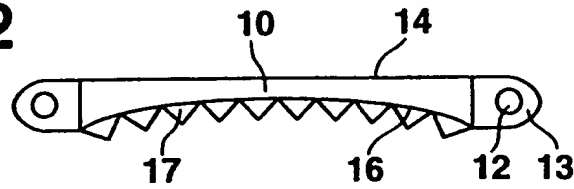
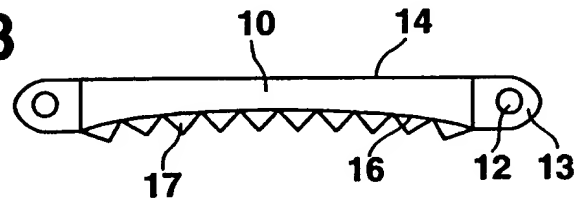
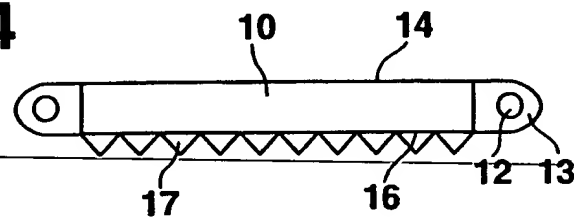
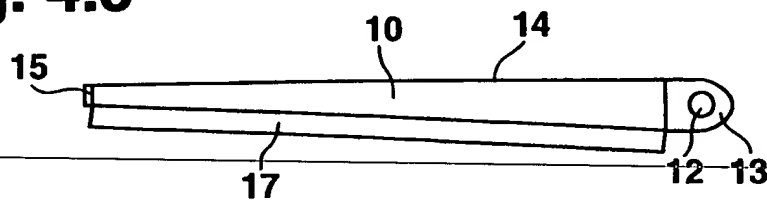
1 / 5

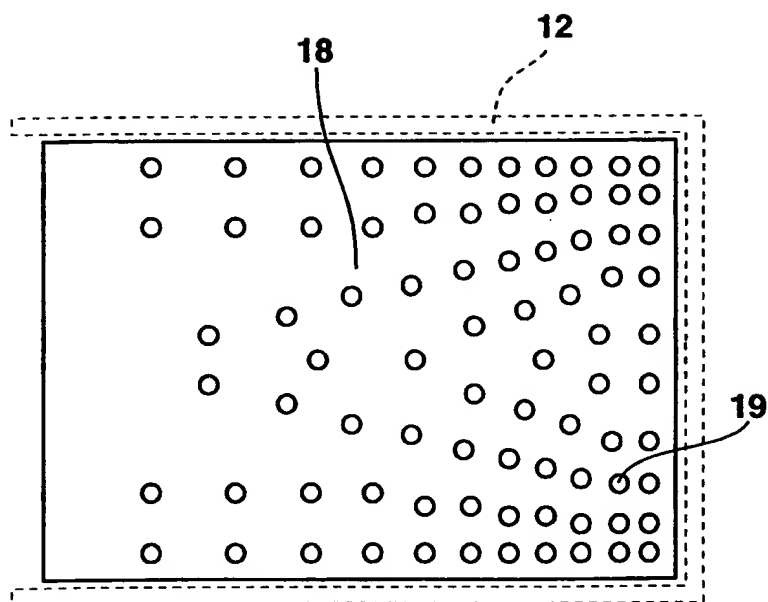
**Fig. 1.1****Fig. 1.2****Fig. 1.3**

2/5

**Fig. 2.1****Fig. 2.2****Fig. 2.3**

**Fig. 3.1****Fig. 3.2****Fig. 3.3**

**Fig. 4.1****Fig. 4.2****Fig. 4.3****Fig. 4.4****Fig. 4.5**

**Fig. 5**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat'l Application No  
PCT/DE 97/02307

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 F21V8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 F21V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 390 276 A (C.Y.TAI ET AL) 14 February 1995 cited in the application see abstract; figures 1-10 ---	1-4, 6, 11-13
Y	EP 0 544 332 A (ENPLAS) 2 June 1993 see the whole document ---	1-4, 6, 11
Y	US 4 673 254 A (K.KATO) 16 June 1987 see abstract; figures 1-10 ---	12, 13
P, Y	EP 0 773 402 A (STARLITE) 14 May 1997 see page 5 - page 6; figures 1-4 ---	12, 13
Y	DE 40 08 953 A (HITACHI) 27 September 1990 see the whole document -----	1-4, 6, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 March 1998

Date of mailing of the international search report

13/03/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Malic, K



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02307

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5390276 A	14-02-95	EP 0672263 A JP 6202107 A US 5359691 A WO 9409395 A	20-09-95 22-07-94 25-10-94 28-04-94
EP 0544332 A	02-06-93	JP 6123885 A JP 5147045 A DE 69217177 D DE 69217177 T US 5718497 A US 5584556 A	06-05-94 15-06-93 13-03-97 15-05-97 17-02-98 17-12-96
US 4673254 A	16-06-87	JP 62029003 A DE 3625767 A	07-02-87 12-02-87
EP 0773402 A	14-05-97	JP 9138310 A JP 9145936 A JP 9197403 A	27-05-97 06-06-97 31-07-97
DE 4008953 A	27-09-90	JP 2245788 A US 5123077 A	01-10-90 16-06-92

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern ales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02307

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 F21V8/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 F21V

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 390 276 A (C.Y.TAI ET AL) 14.Februar 1995 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 ---	1-4, 6, 11-13
Y	EP 0 544 332 A (ENPLAS) 2.Juni 1993 siehe das ganze Dokument ---	1-4, 6, 11
Y	US 4 673 254 A (K.KATO) 16.Juni 1987 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 ---	12, 13
P, Y	EP 0 773 402 A (STARLITE) 14.Mai 1997 siehe Seite 5 - Seite 6; Abbildungen 1-4 ---	12, 13
Y	DE 40 08 953 A (HITACHI) 27.September 1990 siehe das ganze Dokument -----	1-4, 6, 11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. März 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/03/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Malic, K

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02307

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5390276 A	14-02-95	EP 0672263 A JP 6202107 A US 5359691 A WO 9409395 A	20-09-95 22-07-94 25-10-94 28-04-94
EP 0544332 A	02-06-93	JP 6123885 A JP 5147045 A DE 69217177 D DE 69217177 T US 5718497 A US 5584556 A	06-05-94 15-06-93 13-03-97 15-05-97 17-02-98 17-12-96
US 4673254 A	16-06-87	JP 62029003 A DE 3625767 A	07-02-87 12-02-87
EP 0773402 A	14-05-97	JP 9138310 A JP 9145936 A JP 9197403 A	27-05-97 06-06-97 31-07-97
DE 4008953 A	27-09-90	JP 2245788 A US 5123077 A	01-10-90 16-06-92